





(84) **Bestimmungsstaaten** (*regional*): europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

**Veröffentlicht:**

— *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts*

IM) der Schaltstation verbundenen sind, und eine erste Gruppe von Ausgangsanschlüssen (o1, o2, ..., oM), die mit Ausgangskanälen (O1, ..., OM) der Schaltstation verbundenen sind, aufweist, zum Verbinden von Eingangs- und Ausgangskanälen untereinander, und eine Gruppe von einer oder mehreren Signalformereinheiten (T1, ..., TQ), Mittel (S') zum Verbinden einer zweiten Gruppe von Ausgangsanschlüssen (o1, o2, ..., oM;) mit jeweils einem Eingang einer Signalformereinheit der Gruppe und Mittel (S") zum Verbinden einer zweiten Gruppe (i'1, ..., i'P) von Eingangsanschlüssen mit jeweils einem Ausgang einer dieser Signalformereinheiten.

5

**Optische Schaltstation und Vermittlungsverfahren dafür**

- 10 Die vorliegende Erfindung betrifft das Gebiet der optischen Nachrichtenübertragung und zwar insbesondere eine optische Schaltstation und ein Verfahren zum Vermitteln eines Nachrichtensignals in einer optischen Schaltstation.
- 15 Optische Schaltstationen dienen als Knoten von optischen Netzwerken. Sie sind paarweise untereinander durch optische Fasern verbunden, auf denen Nachrichtensignale in Form modulierter Lichtsignale von einer Schaltstation zur anderen übertragen werden. Eine optische Faser kann eine große Zahl
- 20 von Nachrichtensignalen gleichzeitig jeweils in Form von modulierten Trägerwellen mit unterschiedlicher Wellenlänge übertragen.

Die optischen Nachrichtensignale unterliegen bei ihrer Übertragung auf den Fasern einer Dämpfung sowie eventuell nichtlinearen Effekten, die ihr Spektrum und den zeitlichen Verlauf ihrer Intensität beeinflussen. Sie müssen daher in bestimmten Abständen entlang der Faser regeneriert, das heißt verstärkt und spektral sowie hinsichtlich ihres zeitlichen Verlaufes korrigiert werden, damit die Nachrichtensignale ihre Empfänger in ausreichender Qualität erreichen.

Beispiele für ein optisches Netzwerk, in dem eine solche Signalregeneration stattfindet, sind in DE 101 13 563A1 beschrieben. Bei einem ersten Ausführungsbeispiel sind Signalregeneratoren jeweils entlang der optischen Fasern zwischen den Schaltstationen verteilt. Sämtliche auf einer solchen optischen Faser gleichzeitig übertragenen Nachrichtensignale müssen daher den Regenerator durchlaufen, unabhängig davon, ob eine Regeneration dieser Signale erforderlich ist oder nicht. Da die auf einer gleichen Faser zirkul-

-2-

lierenden Nachrichtensignale von verschiedenen Knoten her-  
rühren können, und infolgedessen am Ort des Regenerators  
unterschiedliche Weglängen zurückgelegt haben, ist im All-  
gemeinen nicht bei allen eine Regenerierung erforderlich.

5 Die mit der Einfügung des Regenerators in die optische Fa-  
ser notwendigerweise verbundenen Leistungsverluste dämpfen  
aber sämtliche Signale, so dass es zum Teil die Regenerato-  
ren selbst sind, die eine Regeneration der Nachrichtensig-  
nale erforderlich machen.

10

In einem zweiten Ausführungsbeispiel sind die Regeneratoren  
jeweils am gleichen Ort wie die Schaltstationen angeordnet.  
Wie sie an die Schaltstationen angeschlossen sind, ist  
nicht im Detail gezeigt. Wenn sie in die optischen Fasern  
15 eingefügt sind, bewirken sie hier die gleichen Verluste,  
wie wenn sie an einer beliebigen, von einem Knoten entfernten  
Stelle eingefügt sind.

20

Bei einem optischen Netzwerk, das mit Wellenlängenmultiplex  
arbeitet, ist es wünschenswert, in einer Schaltstation  
Nachrichtensignale, die auf unterschiedlichen Trägerwellen-  
längen eines gleichen Multiplex moduliert sind, unabhängig  
voneinander vermitteln zu können. Es kann daher zu Situati-  
onen kommen, wo zwei Nachrichtensignale, die an einer opti-  
schen Schaltstation über verschiedene Eingangskanäle ein-  
25 treffen und die gleiche Trägerwellenlänge haben, an einen  
gleichen Ausgangskanal vermittelt werden sollen. Es ist je-  
doch nicht möglich, beide Nachrichtensignale mit der glei-  
chen Trägerwellenlänge auf dem gleichen Ausgangskanal zu  
übertragen. Daher benötigen die optischen Schaltstationen  
30 in einem solchen optischen Netzwerk Wellenlängenwandler,  
die es erlauben, die Wellenlänge eines dieser beiden Nach-  
richtensignale auf eine auf dem Ausgangskanal noch unbe-  
legte Wellenlänge zu verschieben. Auf dem Weg der Nachrich-  
tensignale durch den Netzknoten muss daher eine Anzahl von  
35 Richtkopplern vorgesehen werden, die es ermöglichen, ein  
solches Nachrichtensignal vor oder nach seinem Durchgang  
durch die Schaltmatrix durch einen solchen Wellenlängen-  
wandler zu führen. Auch die Richtkoppler führen zu Einfü-  
gungsverlusten, die die Weglänge einschränken, die ein  
40

- 3 -

Nachrichtensignal maximal zurücklegen kann, bevor eine Regenerierung erforderlich wird.

5 Aufgabe der Erfindung ist, eine optische Schaltstation und ein Verfahren zum Vermitteln eines Nachrichtensignals in einer optischen Schaltstation anzugeben, die eine Formung eines Nachrichtensignals, sei es durch Regenerierung oder durch Wellenlängenkonversion, bei minimalen Einfügungsverlusten ermöglichen.

10

Die Aufgabe wird zum einen gelöst durch eine optische Schaltstation mit einer ersten Mehrzahl von Eingangskanälen für Durchgangsdatenverkehr, einer zweiten Mehrzahl von Ausgangskanälen für Durchgangsdatenverkehr, wenigstens einer ersten optischen Schaltmatrix, die eine erste Gruppe von Eingangsanschlüssen, die mit den Eingangskanälen der Schaltstation verbunden sind, und eine erste Gruppe von Ausgangsanschlüssen, die mit den Ausgangskanälen der Schaltstation verbunden sind, aufweist, zum Verbinden von 15 Eingangs- und Ausgangskanälen untereinander, und einer Gruppe von einer oder mehreren Signalformereinheiten, sowie mit Mitteln zum Verbinden einer zweiten Gruppe von Ausgangsanschlüssen der ersten optischen Schaltmatrix mit jeweils einem Eingang einer Signalformereinheit der Gruppe und Mitteln zum Verbinden einer zweiten Gruppe von Eingangsanschlüssen der wenigstens einen ersten optischen Schaltmatrix mit jeweils einem Ausgang dieser Signalformereinheiten. Diese optische Schaltstation erlaubt es, ein Nachrichtensignal, das aus bestimmten Gründen nicht unmittelbar auf einen Ausgangskanal ausgegeben werden kann, sei es, weil die Signalqualität zu schlecht ist und eine Regenerierung erforderlich ist, oder weil auf dem gewünschten Ausgangskanal die Wellenlänge des betreffenden Nachrichtensignals besetzt ist, auf einen Ausgangsanschluss der zweiten Gruppe durchzuschalten, so dass das Nachrichtensignal der benötigten Signalformung unterzogen werden kann, und anschließend das geformte Signal einem Eingangsanschluss der zweiten Gruppe einer ersten optischen Schaltmatrix zuzuführen, von wo aus die betreffende erste Schaltmatrix dieses Signal zum ursprünglich gewünschten Ausgangsanschluss weiterleiten kann. 30 35 40

Ein Nachrichtensignal, welches keiner Signalformung bedarf, durchläuft die erfindungsgemäße optische Schaltstation auf einem sehr direkten Wege, der weder zwangsweise eine Signalformereinheit noch irgendwelche Richtkoppler durchläuft, die im Bedarfsfall ein Abzweigen des Nachrichtensignals aus einer durchgehenden Signalleitung zu einer Signalformereinheit und ein Wiedereinspeisen des geformten Nachrichtensignals in die Signalleitung ermöglichen. Die Funktion der Richtkoppler für ein zu formendes Nachrichtensignal wird von der ohnehin notwendigerweise durchlaufenen ersten Schaltmatrix übernommen. Die Leistungsverluste, die die erfindungsgemäße Schaltstation an einem sie durchlaufenden und nicht nachverstärkten Signal hervorruft, sind daher sehr gering, so dass die Nachrichtensignale in einem mit derartigen Schaltstationen ausgestatteten Netz über große Entfernungen mit einer geringen Zahl von Nachverstärkungen übertragen werden können. Da keine Richtkoppler zum selektiven Abzweigen eines zu formenden Signals zu einer Signalformereinheit und zum Wiedereinspeisen des Signals benötigt werden, sind auch die Verluste der zu formenden Nachrichtensignale gering.

Als Mittel zum Verbinden der Signalformereinheiten mit der wenigstens einen ersten optischen Schaltmatrix können fest verdrahtete Leitungen zwischen einem Ausgang oder Eingang einer Signalformereinheit und einem Eingangs- bzw. Ausgangsanschluss der ersten Schaltmatrix vorgesehen werden. Diese einfache Lösung ist vollauf ausreichend, wenn die Signalformereinheiten Regeneratoren sind, da diese als untereinander identisch aufgefaßt werden können und es ohne Belang ist, über welchen unter eventuell mehreren verfügbaren Regeneratoren ein zu regenerierendes Nachrichtensignal geleitet wird.

Die Mittel zum Verbinden können jedoch auch als Schaltelemente zum wahlweisen Verbinden eines Ausgangs oder Eingangs einer Signalformereinheit mit einem von mehreren Eingangs- bzw. Ausgangsanschlüssen der ersten Schaltmatrix ausgebildet sein. Dies ist insbesondere dann zweckmäßig, wenn die Schaltstation eine Mehrzahl von ersten Schaltmatrizen um-

fasst, um die Signalformereinheiten je nach Bedarf einer der mehreren ersten Schaltmatrizen zuordnen zu können. Derartige Schaltelemente sind insbesondere auch dann wünschenswert, wenn die Signalformereinheiten Wellenlängenwandler sind, von denen nicht notwendigerweise jeder in der Lage ist, sämtliche auf den Ein- und Ausgangskanälen übertragenen Wellenlängen zu erzeugen, und die daher zweckmäßigerweise immer mit denjenigen ersten Schaltmatrizen verbindbar sein sollten, bei denen Bedarf nach einem solchen Wellenlängenwandler besteht.

Wenn die Signalformereinheiten Regeneratoren sind, ist vorzugsweise jedem Eingangsanschluss der ersten Gruppe ein Detektor zum Erfassen der Qualität eines in diesen Eingangsanschluss eingespeisten Nachrichtensignals vorgeschaltet, dessen Erfassungsergebnis es erlaubt, zu entscheiden, ob eine Regenerierung des eingespeisten Nachrichtensignals erforderlich ist, und den Weg des Nachrichtensignals durch die Schaltstation dementsprechend zu lenken.

Wenn die Signalformereinheiten Wellenlängenwandler sind, umfassen die Mittel zum Verbinden vorzugsweise wenigstens eine zweite Schaltmatrix, die die Ausgangsanschlüsse der zweiten Gruppe der ersten Schaltmatrizen wahlweise mit einem der Wellenlängenwandler verbindet. Dies erlaubt es, einfache Wellenlängenwandler zu verwenden, die zwar in einem breiten Wellenlängenintervall empfindlich sind, welches alle Wellenlängen des Multiplex umfasst, die aber nur auf einer einzigen Wellenlänge dieses Multiplex senden können. Hier ist die zweite Schaltmatrix hilfreich, um jedes Nachrichtensignal, dessen Trägerwellenlänge gewandelt werden muss, mit dem genau benötigten Wellenlängenwandler zu verbinden, egal, an welchem Ausgangsanschluss welcher ersten Schaltmatrix das zu wandelnde Signal ausgegeben wird.

Vorzugsweise umfassen die Mittel zum Verbinden ferner wenigstens eine dritte Schaltmatrix, die die Wellenlängenwandler wahlweise mit einem der Eingangsanschlüsse der zweiten Gruppe der ersten Schaltmatrizen verbindet. Die dritte Schaltmatrix ermöglicht eine dynamische Zuordnung der Wellenlängenwandler zu verschiedenen Eingangsanschlüs-

sen der zweiten Gruppe, so dass nicht jedem dieser Eingangsanschlüsse ein Wellenlängenwandler fest zugeordnet sein muss. Da die Wellenlängenwandler somit je nach Bedarf verschiedenen Eingangsanschlüssen zugeordnet werden können, ist es nicht notwendig, jedem dieser Eingangsanschlüsse einen eigenen Wellenlängenwandler zuzuordnen, und die Zahl der benötigten Wellenlängenwandler wird verringert.

Vorzugsweise ist jeder Eingangskanal mit den ersten Schaltmatrizen über einen Wellenlängen-Demultiplexer und/oder die ersten Schaltmatrizen mit dem Ausgangskanal über einen Wellenlängen-Multiplexer verbunden. Dies erlaubt die Nutzung der Eingangs- bzw. Ausgangskanäle im Wellenlängenmultiplex, wohingegen innerhalb der Schaltstation die Nachrichtensignale nach Wellenlängen getrennt gehandhabt werden.

Die Ein- und Ausgänge der zweiten Gruppe können nicht nur zum Versorgen der Signalformereinheiten genutzt werden, sondern auch zum lokalen Abzweigen oder Hinzufügen von Nachrichtensignalen aus dem bzw. in den Multiplex.

Vorzugsweise werden als Wellenlängenwandler solche mit einem wellenlängenabstimmbaren Senderteil eingesetzt. Diese sind zwar technisch aufwendiger als Wellenlängenwandler mit festfrequentem Senderteil, doch wird von ihnen auch nur eine geringere Anzahl benötigt, um ein gegebenes Maß an Verfügbarkeit zu erreichen.

Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die beigefügten Figuren. Es zeigen:

Fig. 1 ein Blockschaltbild einer optischen Schaltstation mit einer einzigen Schaltmatrix für den Betrieb bei einer einzigen Wellenlänge und mit Signalregeneratoren;

Fig. 2 eine weiterentwickelte Schaltstation mit Regeneratoren für Wellenlängenmultiplexbetrieb;



-7-

Fig. 3 eine optische Schaltstation mit festfrequenten Wellenlängenwandlern; und

5 Fig. 4 eine optische Schaltstation mit abstimmbaren Wellenlängenwandlern;

10 Fig. 5 eine optische Schaltstation mit einer elektrischen Schaltmatrix zum Vermitteln von zu formenden Nachrichtensignalen zwischen Empfänger- und Senderteilen von Signalformern; und

Fig. 6 eine vereinfachte Ausgestaltung der Schaltstation aus Fig. 5.

15 Fig. 1 veranschaulicht das Prinzip der Erfindung an einem einfachen Ausführungsbeispiel. Die hier gezeigte Schaltstation umfasst eine einzige Schaltmatrix S1 mit Eingangsanschlüssen  $i_1, i_2, \dots, i_M, i'_1, \dots, i'_P$  und Ausgangsanschlüssen  $o_1, o_2, \dots, o_M, o'_1, \dots, o'_P$ . Eine erste Gruppe  
20  $i_1, \dots, i_M$  der Eingangsanschlüsse ist mit Eingangskanälen  $I_1, \dots, I_M$ , hier in Form von jeweils ein festfrequentes Nachrichtensignal führenden optischen Fasern, verbunden. Entsprechend ist eine erste Gruppe  $o_1, \dots, o_M$  der Ausgangsanschlüsse mit monochromatischen Ausgangskanälen  $O_1, \dots, O_M$  verbunden. Ausgangsanschlüsse  $o'_1, \dots, o'_P$  sind  
25 jeweils über Regeneratoren R mit Eingangsanschlüssen  $i'_1, \dots, i'_P$  über optische Fasern f fest verdrahtet verbunden. Eine Steuerschaltung C empfängt in an sich bekannter und hier nicht dargestellter Weise Leitweginformation, die für  
30 jeden der Eingangsanschlüsse  $i_1$  bis  $i_M$  festlegt, mit welchem der Ausgangsanschlüsse  $o_1, o_M$  der ersten Gruppe dieser verbunden werden soll. Die Steuerschaltung C ist ferner mit vor jedem Eingangsanschluss  $i_1, i_2, \dots, i_M$  der ersten Gruppe angeordneten Detektoren  $D_1, D_2, \dots, D_M$  zum Erfassen  
35 der Qualität eines an dem Eingangsanschluss eintreffenden Nachrichtensignals verbunden. Wenn das Erfassungsergebnis eines dieser Detektoren angibt, dass die Qualität zum Beispiel des Nachrichtensignals am Eingangsanschluss  $i_2$  schlecht ist und einer Regenerierung bedarf, so steuert die  
40 Steuerschaltung C die Schaltmatrix S1 abweichend von der ihr zugeführten, das Signal am Eingangsanschluss  $i_2$  betref-

fenden Leitweginformation so an, dass dieses Nachrichtensignal an einen Ausgangsanschluss der zweiten Gruppe, zum Beispiel den Ausgangsanschluss o'1, ausgegeben wird. So durchläuft das Nachrichtensignal einen der Regeneratoren R und tritt am Eingangsanschluss i'1 wieder in die Schaltmatrix S1 ein. Dieser Eingangsanschluss i'1 wird nun mit den der Leitweginformation zufolge als Ausgangsanschluss für das Nachrichtensignal vorgesehenen Ausgangsanschluss verbunden. Das zu regenerierende Nachrichtensignal durchläuft also die Schaltmatrix S1 zweimal, vor bzw. nach dem Regenerieren.

Nachrichtensignale, bei denen festgestellt wird, dass keine Regenerierung erforderlich ist, durchlaufen die Schaltmatrix S1 nur einmal. Die Leistungsverluste, die diese Nachrichtensignale in der erfindungsgemäßen Schaltstation erfahren, sind (unter Vernachlässigung eventueller Verluste durch die Detektoren D1, ..., Dn) die gleichen wie bei einer Schaltstation ohne Regenerierungsfunktion. Die Schaltstation ermöglicht also eine selektive Regenerierung ohne Einfügungsverluste an nicht regenerierten Nachrichtensignalen.

Bei dem Ausführungsbeispiel der Fig. 1 verarbeitet die Schaltmatrix S1 nur Nachrichtensignale einer gleichen Wellenlänge, die jeweils von verschiedenen Eingangskanälen herrühren. Selbstverständlich ist es alternativ auch möglich, mehrere Nachrichtensignale im Wellenlängenmultiplex auf einem Eingangskanal zu befördern, sie über einen Demultiplexer verschiedenen Eingangsanschlüssen der Schaltmatrix zuzuführen und in der Schaltmatrix vermittelte Nachrichtensignale unterschiedlicher Wellenlänge über Multiplexer einem gemeinsamen Ausgangskanal zuzuführen. Da bei einem solchen Aufbau die Größe der Schaltmatrix mit dem Quadrat der Zahl der zu vermittelnden Signale anwächst, ist für die Vermittlung von wellenlängengemultiplexten Nachrichtensignalen ein Aufbau wie in Fig. 2 gezeigt bevorzugt.

Fig. 2 zeigt eine Schaltstation mit Regenerierungsfunktion für ein optisches Netzwerk mit Wellenlängenmultiplexübertragung. Die Eingangskanäle I1, ..., IM sind hier jeweils

von einer (nicht gezeigten) entfernten Schaltstation kommende optische Fasern, auf denen ein Multiplex von auf unterschiedliche Trägerwellenlängen  $\lambda_1, \dots, \lambda_N$  aufmodulierten Nachrichtensignalen übertragen wird. Die Eingangskanäle münden jeweils auf Wellenlängen-Demultiplexer  $D_1, \dots, D_M$ , die den Multiplex spektral zerlegen und die darin enthaltenen Nachrichtensignale an  $N$  Schaltmatrizen  $S_1, \dots, S_N$  verteilen, die jeweils einer der Wellenlängen  $\lambda_1, \dots, \lambda_N$  zugeordnet sind. Diese Schaltmatrizen  $S_1, \dots, S_N$  entsprechen jeweils der monochromatischen Schaltmatrix  $S_1$  aus Fig. 1: sie haben eine erste Gruppe von Eingangsanschlüssen  $i_1, \dots, i_M$ , die jeweils über einen der Demultiplexer  $D_1, \dots, D_M$  mit einem der Eingangskanäle  $I_1, I_M$  verbunden sind, Eingangsanschlüsse  $i'_1, \dots, i'_P$ , die jeweils mit dem Ausgang eines Regenerators  $R$  verbunden sind, Ausgangsanschlüsse  $o_1, \dots, o_M$  einer ersten Gruppe und Ausgangsanschlüsse  $o'_1$  bis  $o'_P$ , die jeweils mit den Eingängen der Regeneratoren  $R$  verbunden sind. An jeden Ausgangsanschluss der ersten Gruppe  $o_1, \dots, o_M$  ist ein Wellenlängenmultiplexer  $M_1, \dots, M_M$  mit je  $N$  Eingängen, einem für jede Schaltmatrix  $S_1, \dots, S_N$ , angeschlossen, der die von den verschiedenen Schaltmatrizen empfangenen Nachrichtensignale unterschiedlicher Wellenlänge zu einem Multiplexsignal überlagert und auf einen Ausgangskanal  $O_1, \dots, O_M$  ausgibt. Detektoren zum Erfassen der Signalqualität sind auch hier auf den die Demultiplexer mit den Schaltmatrizen verbundenen Leitungsstücken vorgesehen, doch sind sie, genauso wie die Steuerschaltung, der Übersichtlichkeit halber nicht dargestellt. Die Arbeitsweise der einzelnen Schaltmatrizen ist die gleiche wie im Falle der Fig. 1: nicht zu regenerierende Nachrichtensignale mit einer Trägerwellenlänge  $\lambda_n$ ,  $n=1, \dots, N$  durchlaufen die ihnen zugeordnete Schaltmatrix  $S_n$  einmal, ein zu regenerierendes Signal wird in der Schaltmatrix zu einem Regenerator  $R$  abgezweigt, und anschließend wird das regenerierte Signal in der gleichen Schaltmatrix an den vorgesehenen Ausgangskanal vermittelt.

Bei der Schaltstation der Fig. 2 können Kollisionen auftreten, wenn eine Schaltmatrix von zwei Demultiplexern Nachrichtensignale empfängt, die für den gleichen Ausgangskanal bestimmt sind. Es steht nämlich nur ein Ausgangsanschluss

an der Schaltmatrix zur Verfügung, der zu dem gewünschten Ausgangskanal führt. In einer solchen Situation kann nur eines der zwei Signale vermittelt werden.

- 5 Fig. 3 zeigt ein Blockdiagramm einer weiterentwickelten Schaltstation, die dieses Problem löst. Eingangs- und Ausgangskanäle, Multiplexer, Demultiplexer und Schaltmatrizen  $S_1, \dots, S_N$  sind die gleichen wie bei der Ausgestaltung der Fig. 2 und werden nicht erneut erläutert. Die Ausgangsanschlüsse  $o'_1, \dots, o'_P$  der zweiten Gruppe der Schaltmatrizen  $S_1, \dots, S_N$  sind auf Eingangsanschlüsse einer weiteren optischen Schaltmatrix  $S'$  geführt, deren Ausgangsanschlüsse wiederum mit Eingängen von Wellenlängenwandlern  $T_1, T_2, \dots, T_Q$  verbunden sind. Die Wellenlängenwandler umfassen hier jeweils eine für alle Wellenlängen  $\lambda_1, \dots, \lambda_N$  des Multiplex empfindliche Fotodiode, die das von der Schaltmatrix  $S'$  kommende optische Nachrichtensignal in ein elektrisches Signal wandelt, daran angeschlossene elektrische Schaltungen zur Impulsformung und -verstärkung sowie eine mit dem Ausgangssignal dieser elektrischen Schaltungen angesteuerte Laserdiode mit fester Wellenlänge, die das regenerierte optische Nachrichtensignal liefert. Die Wellenlängenwandler  $T_1, T_2, \dots, T_Q$  haben somit gleichzeitig auch eine Regenerationsfunktion. Der Ausgang jedes Wellenlängenwandlers ist durch ein optisches Faserstück  $f$  fest verdrahtet mit einem Eingangsanschluss der zweiten Gruppe der seiner Wellenlänge zugeordneten Schaltmatrix  $S_1, \dots$ , oder  $S_N$  verbunden.
- 30 Die Schaltmatrix  $S'$  ist in der Lage, alle ihre Eingangs- und Ausgangsanschlüsse wahlfrei paarweise miteinander zu verbinden. Ein zu formendes Nachrichtensignal kann somit über die Matrix  $S'$  einem Wellenlängenwandler mit jeder beliebigen Ausgangswellenlänge des Multiplex, einschließlich der gegenwärtigen Wellenlänge des Nachrichtensignals zugeführt werden. Dieser letztere Fall entspricht einer einfachen Regenerierung des Nachrichtensignals, ohne gleichzeitige Wellenlängenwandlung.
- 40 Die Schaltmatrizen  $S_1, \dots, S_N$  sind hier mit jeweils zwei Eingangs- bzw. Ausgangsanschlüssen der zweiten Gruppe dar-

gestellt, doch liegt auf der Hand, dass die Zahl dieser Anschlüsse zwischen 1 und M beliebig gewählt werden kann.

Fig. 4 zeigt eine weiterentwickelte Ausgestaltung der Schaltstation. Die Schaltstation aus Fig. 4 unterscheidet sich von der der Fig. 3 dadurch, dass bei ersterer die Wellenlängenwandler T1, ..., TQ anstelle einer Laserdiode mit fester Wellenlänge eine Laserdiode enthalten, die auf die verschiedenen Wellenlängen  $\lambda_1$ , ...,  $\lambda_N$  des Multiplex oder  
5 zumindest auf eine Mehrzahl dieser Wellenlängen abstimmbar ist. Um ein in einem solchen Wellenlängenwandler gewandeltes Nachrichtensignal an die der Wellenlänge des gewandelten Signals zugeordnete Matrix unter den Schaltmatrizen S1, ..., SN weiterleiten zu können, ist eine dritte Schaltmatrix S" zwischen den Ausgängen der Wellenlängenwandler T1, ..., TQ und den Eingangsanschlüssen der zweiten Gruppe der Schaltmatrizen S1, ..., SN erforderlich. Die Zahl der ab-  
10 stimbaren Wellenlängenwandler, die benötigt wird, um ein vorgegebenes Maß an Sicherheit vor Wellenlängenkollisionen in der Schaltstation zu erreichen, ist kleiner als bei der Ausgestaltung der Fig. 3 mit festfrequenten Wellenlängenwandlern. Dabei ist die Einsparung um so größer, je größer die Zahl N der Wellenlängen des Multiplex ist. Daher kann eine Schaltstation nach Fig. 4 trotz der zusätzlichen  
15 Schaltmatrix und der aufwendigeren Wellenlängenwandler kompakter und preiswerter realisierbar sein als eine Schaltstation nach Fig. 3.

Außerdem sind die zweite und dritte Schaltmatrix S', S" auch brauchbar, um Nachrichtensignale am Ort der Schaltstation selbst zu Empfängern RX abzuzweigen oder von Sendern TX einzuspeisen.  
30

Bei der Ausgestaltung der Fig. 5 sind alle Ausgangsanschlüsse der zweiten Gruppe o'1, ..., o'P der Schaltmatrizen S1, ..., SN mit einem Empfänger RX zum Umwandeln eines optischen in ein elektrisches Nachrichtensignal und alle Eingangsanschlüsse der zweiten Gruppe i'1, ..., i'P mit einem Sender TX zum Umwandeln eines elektrischen in ein optisches Nachrichtensignal verbunden. Elektrische Ausgänge der Empfänger RX wiederum sind - parallel mit elektrischen Ein-  
35  
40

- 12 -

gangsleitungen IE für lokal einzuspeisende Nachrichtensignale - an Eingangsanschlüssen einer elektrischen Schaltmatrix SE angeschlossen, und Ausgangsanschlüsse der elektrischen Schaltmatrix SE sind entweder mit elektrischen Ausgangsleitungen OE für abzuzweigende Nachrichtensignale oder mit den Sendern TX verbunden.

Optische Nachrichtensignale, die aus der Schaltstation abgezweigt werden sollen, oder deren Wellenlänge verändert werden muss, werden jeweils an einem Ausgangsanschluss der zweiten Gruppe  $i'1, \dots, i'P$  aus einer der Schaltmatrizen  $S1, \dots, SN$  heraus- und einem der Empfänger RX zugeführt. Das elektrische Ausgangssignal des Empfängers RX gelangt zur elektrischen Schaltmatrix SE, wo es, je nachdem, ob es sich um ein abzuzweigendes oder ein zu wandelndes Signal handelt, auf eine Ausgangsleitung OE oder auf denjenigen der Sender TX geschaltet wird, der ein optisches Signal mit der benötigten Trägerwellenlänge erzeugt. Das wellenlängengewandelte (oder auch nur unter Beibehaltung seiner Wellenlänge regenerierte) Signal gelangt so zurück in eine der Schaltmatrizen  $S1, \dots, SN$  und von dort auf den gewünschten optischen Ausgangskanal  $O1, \dots$  oder OM. Lokal eingespeiste elektrische Nachrichtensignale werden von der Schaltmatrix SE an einen freien optischen Sender TX durchgeschaltet und anschließend in einer der optischen Schaltmatrizen  $S1, \dots, SN$  an den gewünschten Ausgangskanal weitervermittelt. Da die elektrische Schaltmatrix SE jeden ihrer Eingangsanschlüsse mit jedem Ausgangsanschluss verbinden kann, können einfache optische Sender TX mit fester Wellenlänge zum Einsatz kommen.

Fig. 6 zeigt eine Abwandlung der Schaltstation aus Fig. 5, bei der die elektrischen Eingangs- und Ausgangsleitungen IE, OE jeweils direkt, ohne Zwischenschaltung der elektrischen Schaltmatrix SE, an Sender TX bzw. Empfänger RX angeschlossen sind und diese Sender und Empfänger fest verdrahtet mit Eingangs- und Ausgangsanschlüssen der optischen Schaltmatrizen  $S1, \dots, SN$  verbunden sind. So ist jeder elektrischen Eingangsleitung IE eine Wellenlänge fest zugeordnet, auf die ein über sie eingespeistes Nachrichtensignal gewandelt wird. Flexibilitätseinbußen sind damit nicht

- 13 -

notwendigerweise verbunden, denn wenn ein solches Nachrichtensignal in einer der Schaltmatrizen S1, ..., SN zu einer Kollision führt, kann es wie jedes andere optische Nachrichtensignal auch über einen Ausgangsanschluss der zweiten  
5 Gruppe abgezweigt und wellenlängengewandelt werden.

## Patentansprüche

5

## 1. Optische Schaltstation mit:

- einer ersten Mehrzahl von Eingangskanälen (I1, ..., IM) für Durchgangsdatenverkehr,
- einer zweiten Mehrzahl von Ausgangskanälen (O1, ..., OM) für Durchgangsdatenverkehr
- wenigstens einer ersten optischen Schaltmatrix (S1, ..., SN), die eine erste Gruppe von Eingangsanschlüssen (i1, i2, ..., iM), die mit Eingangskanälen (I1, ..., IM) der Schaltstation verbunden sind, und eine erste Gruppe von Ausgangsanschlüssen (o1, o2, ..., oM), die mit Ausgangskanälen (O1, ..., OM) der Schaltstation verbunden sind, aufweist, zum Verbinden von Eingangs- und Ausgangskanälen untereinander, und
- einer Gruppe von einer oder mehreren Signalformereinheiten (R; T1, ..., TQ; RX; SE, TX), gekennzeichnet durch Mittel (f, S') zum Verbinden einer zweiten Gruppe von Ausgangsanschlüssen (o1, o2, ..., oM) mit jeweils einem Eingang einer Signalformereinheit der Gruppe und Mittel (f, S'') zum Verbinden einer zweiten Gruppe (i'1, ..., i'P) von Eingangsanschlüssen mit jeweils einem Ausgang einer dieser Signalformereinheiten.

2. Optische Schaltstation nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet; dass die Mittel zum Verbinden fest verdrahtete Leitungen (f) zwischen einem Ausgang oder Eingang einer Signalformereinheit und einem Eingangs- bzw. Ausgangsanschluss (i'1, ..., i'P; o'1, ..., o'P) der ersten Schaltmatrix (S1, ..., SN) umfassen.

3. Schaltstation nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel zum Verbinden Schaltelemente (S', S'') zum wahlweisen Verbinden eines Ausgangs oder Eingangs einer Signalformereinheit mit einem von meh-



reren Eingangs- bzw. Ausgangsanschlüssen der ersten Schaltmatrix umfassen.

- 5      4.    Optische Schaltstation nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass jede Signalformereinheit (R, T1, ..., TQ) zum Formen eines einzelnen Nachrichtensignals ausgelegt ist.
- 10     5.    Optische Schaltstation nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass eine Signalformereinheit (RX, SE, TX) eine Mehrzahl von Empfänger- und Senderteilen (RX, TX) zum Empfangen bzw. Senden eines optischen Nachrichtensignals und eine interne Schaltmatrix (SE) zum Verbinden der Empfänger- und Senderteile untereinander  
15     umfasst.
- 20     6.    Optische Schaltstation nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Signalformereinheiten Regeneratoren (R) sind.
- 25     7.    Optische Schaltstation nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass jedem Eingangsanschluss (i1, ..., iM) der ersten Gruppe ein Detektor (D1, ..., DM) zum Erfassen der Qualität eines in diesen Eingangsanschluss (i1, ..., iM) eingespeisten Nachrichtensignals  
vorgesaltet ist.
- 30     8.    Optische Schaltstation nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Signalformereinheiten Wellenlängenwandler (T1, ..., TQ; RX, SE, TX) sind.
- 35     9.    Optische Schaltstation nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass sie eine Mehrzahl von ersten Schaltmatrizen (S1, ..., SN) zum Schalten von Nachrichtensignalen einer gleichen, der betreffenden ersten Schaltmatrix zugeordneten Wellenlänge aufweist, und dass die Mittel zum Verbinden (S', S'') geeignet sind, den Eingang und den Ausgang eines Wellenlängenwandlers (T1, ..., TQ) mit jeweils verschiedenen ersten  
40     Schaltmatrizen (S1, ..., SN) zu verbinden.

10. Optische Schaltstation nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel zum Verbinden wenigstens eine zweite Schaltmatrix (S') umfassen, die die Ausgangsanschlüsse (o'1, ..., o'P) der zweiten Gruppe der ersten Schaltmatrizen (S1, ..., SN) wahlweise mit einem der Wellenlängenwandler (T1, ..., TQ) verbindet.
11. Optische Schaltstation nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel zum Verbinden wenigstens eine dritte Schaltmatrix (S'') umfassen, die die Wellenlängenwandler (T1, ..., TQ) wahlweise mit einem der Eingangsanschlüsse (i'1, ..., i'P) der zweiten Gruppe der ersten Schaltmatrizen (S1, ..., SN) verbindet.
12. Optische Schaltstation nach einem der Ansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass jeder Eingangskanal (I1, ..., IM) mit den ersten Schaltmatrizen (S1, ..., SN) über einen Wellenlängen-Demultiplexer (D1, ..., DM) und/oder die ersten Schaltmatrizen (S1, ..., SN) mit jedem Ausgangskanal (O1, ..., OM) über einen Wellenlängen-Multiplexer (M1, ..., MM) verbunden sind.
13. Optische Schaltstation nach einem der Ansprüche 8 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass sie Ein- und/oder Ausgänge (IE, OE) für Abzweig-Datenverkehr und Mittel (f, SE) zum Verbinden dieser Ein- bzw. Ausgänge mit Eingangs- bzw. Ausgangsanschlüssen (i'1, ..., i'P; o'1, ..., o'P) der zweiten Gruppe der ersten Schaltmatrizen (S1, ..., SN) aufweist.
14. Optische Schaltstation nach einem der Ansprüche 8 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Wellenlängenwandler (T1, ..., TQ) jeweils einen wellenlängenabstimmbaren Senderteil aufweisen.
15. Optische Schaltstation nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Eingangsanschlüsse (i1, ..., iM) der ersten Gruppe mit den Eingangskanälen (I1, ..., IM) und/oder die Ausgangsan-

schlüsse (o1, ..., oM) der ersten Gruppe mit den Ausgangskanälen (O1, ..., OM) jeweils ohne Zwischenschaltung einer Schaltmatrix verbunden sind.

5 16. Verfahren zum Vermitteln eines Nachrichtensignals in einer optischen Schaltstation, insbesondere in einer optischen Schaltstation nach einem der vorhergehenden Ansprüche, mit den Schritten:

- 10 a) Empfangen des Nachrichtensignals über einen Eingangskanal (I1, ..., IM) der Schaltstation,
- b) Zuordnen eines Ausgangskanals (O1, ..., OM) zu dem Nachrichtensignal,
- c) Entscheiden, ob ein Formvorgang an dem Nachrichtensignal durchgeführt werden muss,
- 15 d) Eingeben des Nachrichtensignals in eine Schaltmatrix (S1),
- e) wenn in Schritt c) ein Formvorgang für notwendig befunden wurde:
  - 20 e1) Ausgeben des Signals an einem Ausgangsanschluss (o'1, ..., o'P) der Schaltmatrix (S1), der mit einer Signalformereinheit (R) verbunden ist,
  - e2) Durchführen des Formvorgangs,
  - e3) erneutes Eingeben des Nachrichtensignals in die Schaltmatrix (S1),
- 25 f) Ausgeben des Nachrichtensignals aus der Schaltmatrix (S1) auf den zugeordneten Ausgangskanal (O1, ..., OM).

30 17. Verfahren zum Vermitteln eines Nachrichtensignals in einer optischen Schaltstation, insbesondere in einer optischen Schaltstation nach einem der vorhergehenden Ansprüche, mit einer Mehrzahl von parallel zueinander zwischen eine Mehrzahl von Eingangskanälen und eine Mehrzahl von Ausgangskanälen verbundenen Schaltmatrizen (S1, ..., SN), mit den Schritten:

- 35 a) Empfangen des Nachrichtensignals über einen Eingangskanal (I1, ..., IM) der Schaltstation,
  - b) Zuordnen eines Ausgangskanals (O1, ..., OM) zu dem Nachrichtensignal,
- 40

- 18 -

- c) Entscheiden, ob ein Formvorgang an dem Nachrichtensignal durchgeführt werden muss,
- d) Eingeben des Nachrichtensignals in eine Schaltmatrix (S1, ..., SN),
- 5 e) wenn in Schritt c) ein Formvorgang für notwendig befunden wurde:
  - e1) Ausgeben des Signals an einem Ausgangsanschluss (o'1, ..., o'P) der Schaltmatrix (S1, ..., SN), der mit einer Signalformereinheit (R; T1, ..., TQ; RX, SE, TX) verbunden ist,
  - 10 e2) Durchführen des Formvorgangs,
  - e3) Eingeben des Nachrichtensignals in eine andere Schaltmatrix aus der Mehrzahl der parallelen Schaltmatrizen (S1, ..., SN),
  - 15 f) Ausgeben des Nachrichtensignals aus der Schaltmatrix (S1, ..., SN) auf den zugeordneten Ausgangskanal (O1, ..., OM).

1/6

Fig. 1

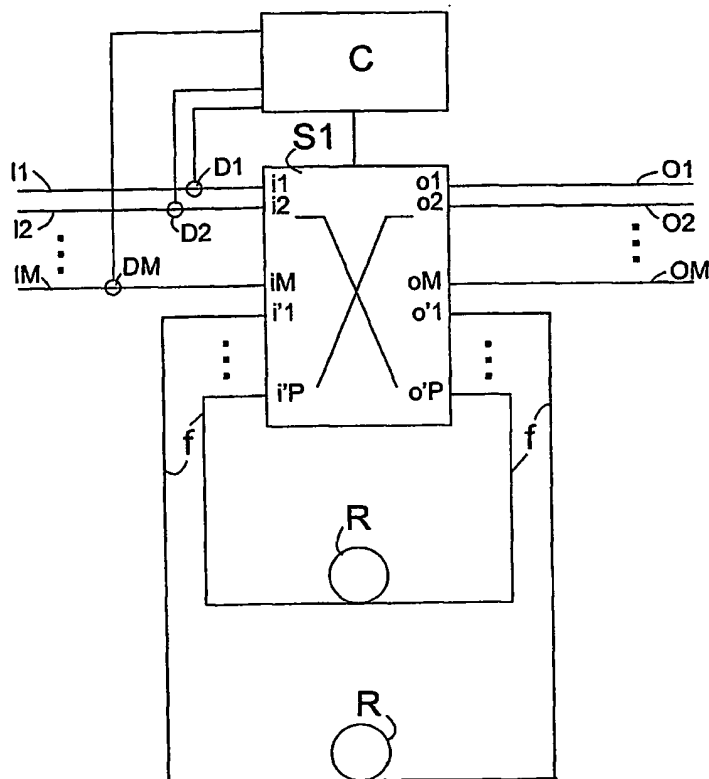


Fig. 2

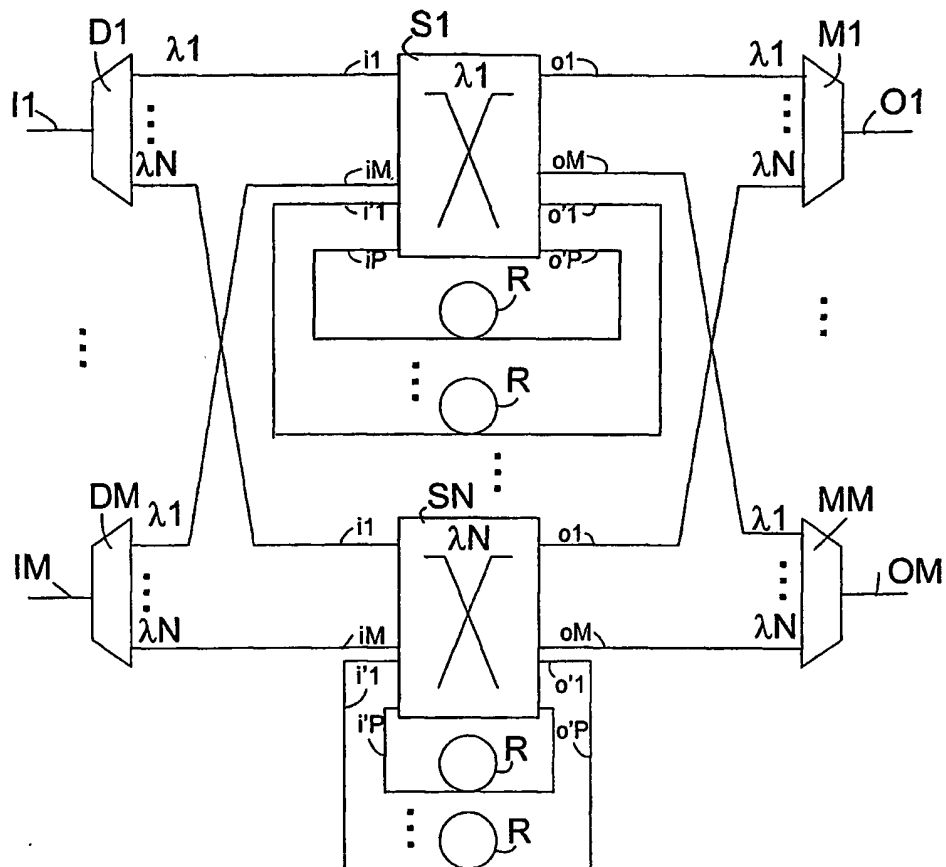
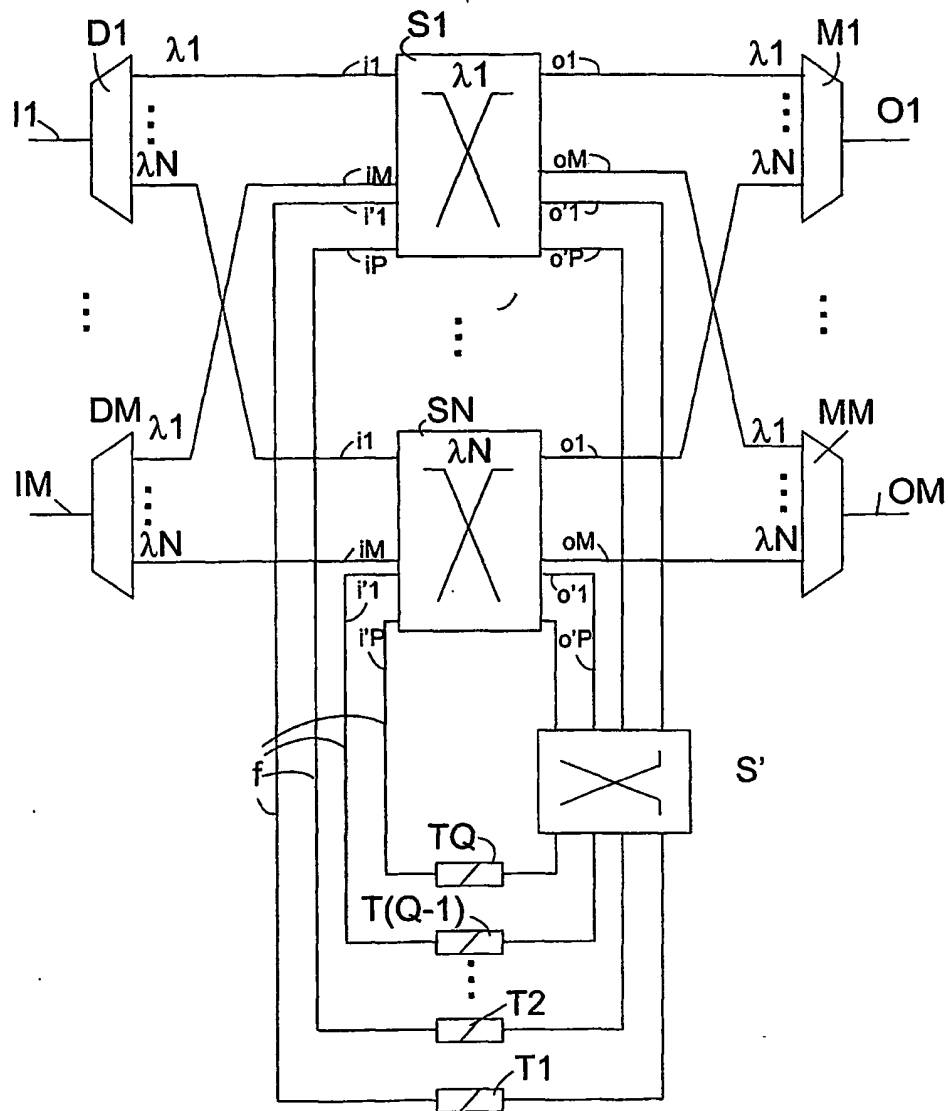


Fig. 3



**Fig. 4**

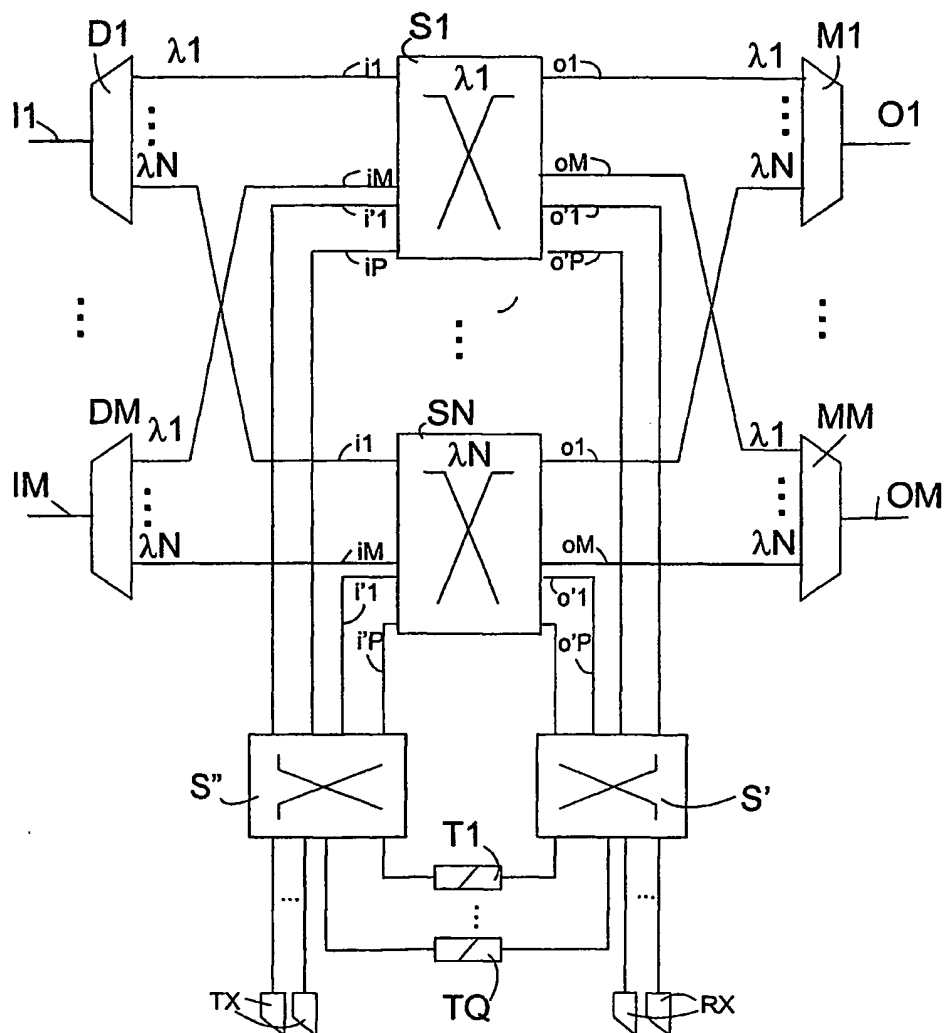




Fig. 5

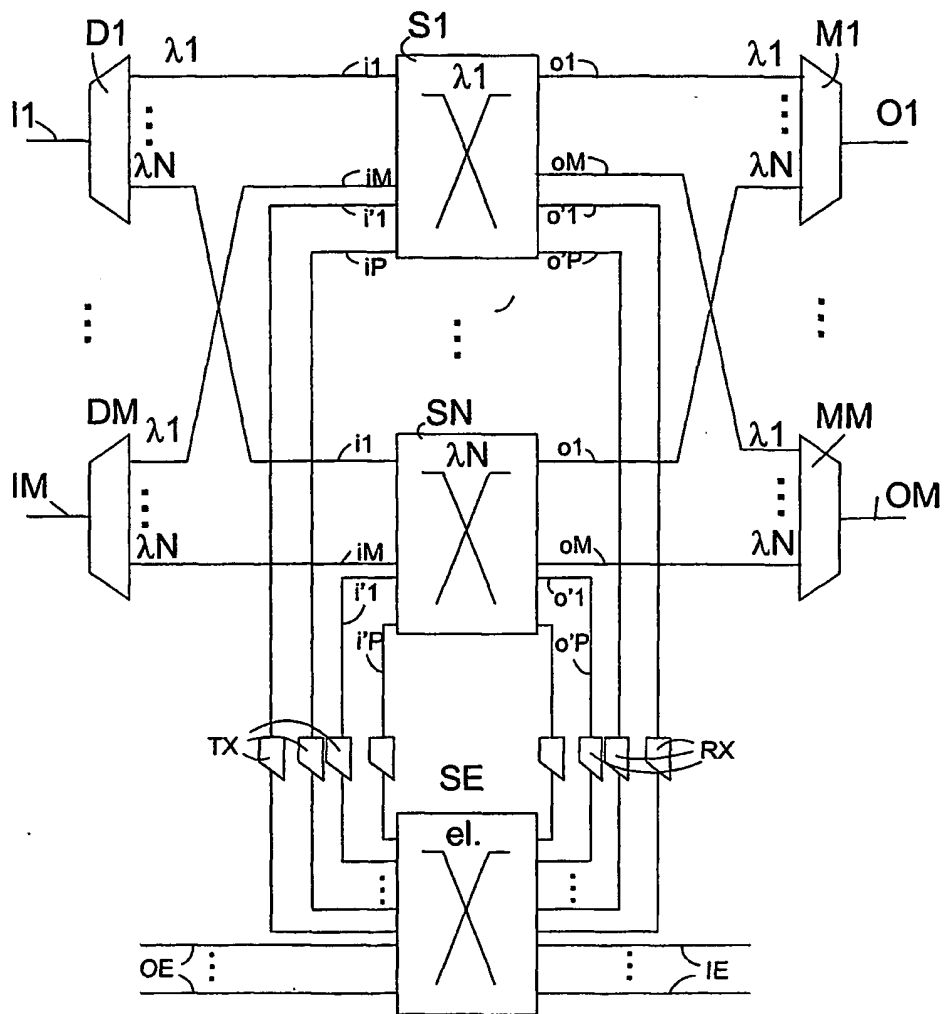
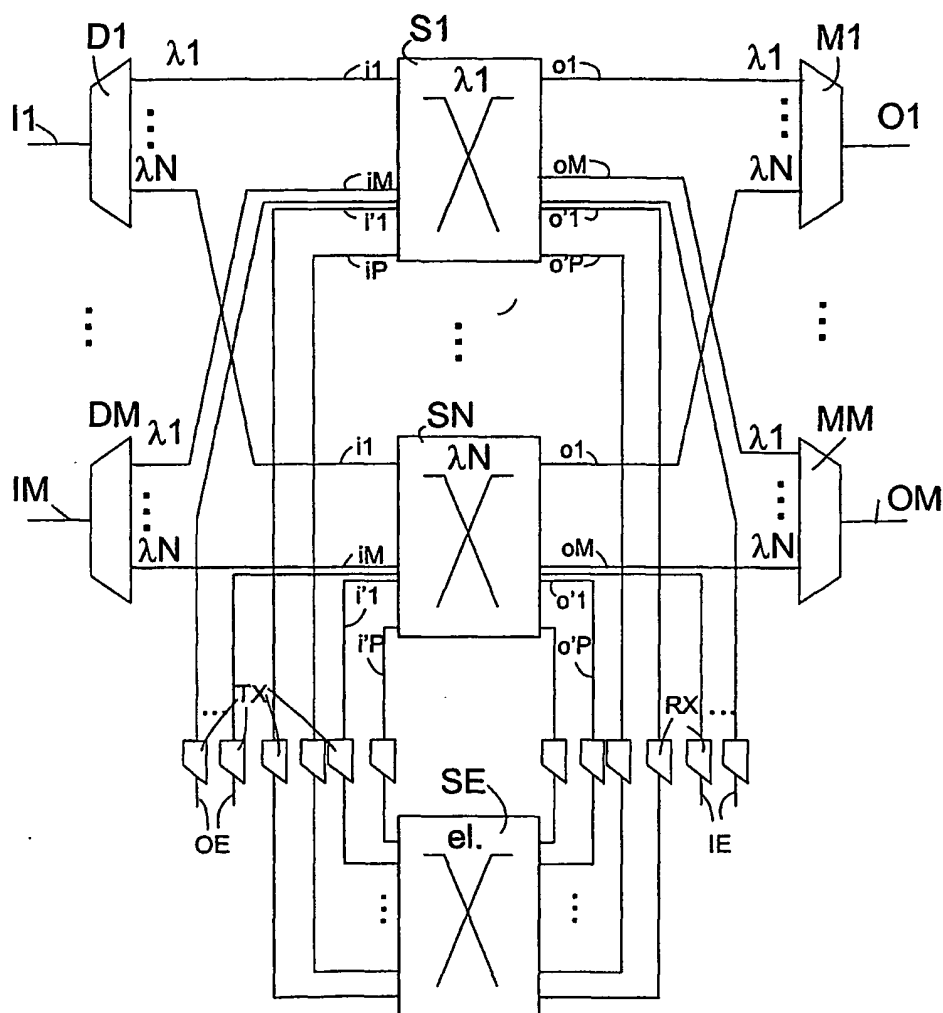


Fig. 6



## WO03081941

Publication Title:

OPTICAL SWITCHING STATION AND CONNECTION METHOD FOR THE SAME

Abstract:

An optical switching station comprises: a first plurality of input channels (I1, ... , IM), for through data traffic, a second plurality of output channels (O1, ..., OM) for through data traffic, at least one first optical switching matrix (S1, ... , SN), comprising a first group of input connectors (i1, i2, ..., iM), connected to input channels (I1, ..., iM) on the switching station and a first group of output connections (o1, o2, ..., oM), connected to output channels (O1, ..., OM) on the switching station, for connecting the input channels and the output channels to each other, a group of one or more signal shaping units (T1, ..., TQ), means (S') for connecting each of a second group of output connections (o1, o2, ..., oM;) with an input of a signal shaping unit belonging to the group and means (S'') for connecting each of a second group (i'1, ..., i'P) of input connections with an output from one of said signal shaping units.

-----  
Data supplied from the esp@cenet database - <http://ep.espacenet.com>